

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

FL

⑤ 日本国特許庁(JP)

⑥ 特許出版公開

⑦ 公開特許公報(A)

昭62-12810

⑧ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑨ 公開 昭和62年(1987)1月21日

G 01 C 19/04

6723-2F

21/16

N-6555-2F

G 05 D 1/02

7052-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑩ 発明の名称 計測装置

⑪ 特 願 昭60-150268

⑫ 出 願 昭60(1985)7月10日

⑬ 発 明 者 田 口 俊 一 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑭ 発 明 者 小 畑 征 夫 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑮ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑯ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称 計測装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 二次元平面内を自律して走行する自走ロボットの自己位置と方位角を計測するため、上記ロボットの基盤にロータリエンコーダを、および上記ロボット本体にレートジャイロを具備した装置において、上記ロボットの走行駆動用モータ等の駆動雑音を除去するため、ローパスフィルタを設け、上記レートジャイロは、外部からの振動を絶縁する防振装置に取り付け、かつ外気温の影響をなくするため恒温室内に設置したことを特徴とする計測装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の利用分野〕

本発明は、無人運送車などの位置・方位角計測を必要とするものに供り、特に自律的に走行する走行ロボットなどに好適な位置・方位角計測装置に関する。

## 〔発明の要旨〕

従来の装置は、特願昭58-183511号、特願昭56-160406号および特願昭57-48110号の記載のように、無人走行車の位置・方位角の高精度の計測手段については配慮されていなかった。

## 〔発明の目的〕

本発明の目的は、平面内を自律的に走行する走行ロボットの自己位置・方位角を計測するために角速度センサやヨー角の角速度を出力するレートジャイロとロータリエンコーダを搭載し、外乱の影響を除去し、精度高く位置・方位角を計測する装置を提供することにある。

## 〔発明の概要〕

以下、上記した装置の概要について述べる。

既に平面内を自律的に走行する走行ロボットは、精度高く目的地へ移動するとか経路のため自己位置および方位角を計測し把握する必要がある。そのためレートジャイロやロータリエンコーダを搭載し構成する。

自走ロボットの位置は、車輪軸に直接取付け

## 特開昭62-12810(2)

たロータリエンコードより車輪の回転パルスを計測し、車輪径とにより左右の車輪の移動量化量より求める。

方位角は、レートジャイロの角速度信号を時間積分して得る。

レートジャイロなどは、走行駆動用モータなどの振動の影響を受け易い。又レートジャイロも、例えば駆動用の角速度センサは震動を抑制させるため、電気振動成分が出力信号に混入する。

したがって方位角を精度良く計測するにはこれらの振動を除去する必要がある。そのためにローパスフィルタ（以下LPFと略す）を設け、高周波成分をカットし、機械的には防震装置を用いた。

又レートジャイロは、外気流の影響を受け易いため恒温室内に設置した。

【発明の実施例】

以下、本発明の一実施例を図を用いて説明する。第1図は、本発明の自走ロボットのシステ

ム構成である。第2図は、ロボットが移動した場合の座標を示す。第3図においてX-Y平面上を走行している状態である時刻から単位時間経過したときの座標と方位角を示している。ある時刻の車輪間中心の座標を $(X_{i-1}, Y_{i-1})$ 、方位角を $\theta_{i-1}$ とし、単位時間経過したときの座標を $(X_i, Y_i)$ 、方位角 $\theta_i$ とする。また左車輪の単位時間の移動距離を $L_{Li}$ 、右車輪の移動距離を $L_{Ri}$ 、左右の車輪間隔を $T$ とすると、単位時間 $t$ におけるロボットの方位角 $\Delta\theta_i$ 、および移動距離 $\Delta L_i$ は、次式で表わされる。

$$\text{移動距離 } \Delta L_i = \frac{L_{Li} + L_{Ri}}{2} \quad (1)$$

$$\text{方位角 } \Delta\theta_i = \frac{L_{Ri} - L_{Li}}{T} \quad (2)$$

△ブロック図で、第2図は、上記ロボットの概略ブロック図である。第1図および第2図において、1は中央制御装置でマイクロコンピュータで構成している。2, 13は、走行駆動モータ用I/O回路で、3, 14がD/A変換回路である。4, 15は駆動モータ5, 16の回転を制御するためのサーボ回路である。6, 17は、かさね車で、7, 18は車輪である。8, 19は車輪7, 8の回転角を出力するロータリエンコードである。9, 20はロータリエンコードの出力パルスをカウントするパルスカウンタ回路である。10は自走ロボットの角速度を出力するレートジャイロである。11は、LPF回路で、駆動モータからの振動やジャイロ自身の振動を除去し、低周波成分のみを通過させる。12はレートジャイロ10の信号をデジタル化するA/D変換回路である。21は本体で、22, 23はキヤスタである。24, 25はモータ駆動回路で、I/O回路とD/A変換回路で構成している。26はレートジャイロ10のインタフェース回路でLPF回路とA/D変換回路で構成

している。ここで方位 $\theta$ は、反時計方向を+とし、 $\dot{\theta}$ は角速度である。

したがって単位時間経過した時の距離 $L_i$ 、方位角 $\theta_i$ および座標 $(X_i, Y_i)$ は次式で表わされる。

$$\text{距離 } L_i = L_{i-1} + \Delta L_i \quad (3)$$

$$\text{方位角 } \theta_i = \theta_{i-1} + \Delta\theta_i \quad (4)$$

$$\begin{cases} X_i = X_{i-1} + L_i \cdot \cos(\theta_{i-1} + \frac{\Delta\theta_i}{2}) \\ Y_i = Y_{i-1} + L_i \cdot \sin(\theta_{i-1} + \frac{\Delta\theta_i}{2}) \end{cases} \quad (5)$$

よって上記の式において、左右の車輪の移動距離 $L_{Li}$ ,  $L_{Ri}$ は、ロータリエンコード8, 19の回転パルス数と車輪径とにより求まり、角速度 $\dot{\theta}$ はレートジャイロより求まる。そして位置・方位角の精度を上げるには、それぞれのセンサの計測精度を向上させる必要がある。

本発明は、レートジャイロの計測精度を向上させたものである。

前に簡単に述べたが、レートジャイロ10は、走行用駆動モータ5, 16などの外周の振動の影響を受け易い。したがって振動を電気的に除去

特開昭62-12810(3)

するため第1図に示したようなLPF回路を設けた。

またLPF回路の具体的回路の一例を第4図に示した。第4図は、オペアンプ78を用いたアクティブローパスフィルタ回路で、 $R_1, R_2, R_3$ は固定抵抗、 $R_4$ はサイン波発生用半固定抵抗で、 $C_1, C_2$ はコンデンサである。これらの値を選択することにより、第3図に示す特性を得る。すなわちカットオフ周波数を10Hz以下にし、ほぼ直流成分のみを通す。自走ロボットの走行中の角速度信号は、ほぼ直流信号とみなせるためカットオフ周波数を低くしても問題は生じない。

以上は、電氣的に振動を除去した場合であるが振動のレベルが大きいと電氣的フィルタのみでは完全に除去するのは困難である。したがって機械的に振動を除去すれば、すなわちレートジャイロを防護装置に取り付ければ振動による影響は更になくなる。

防護装置としては、ナンサの一面だけに防護ゴムや樹脂板を用い、設置固定する方法がある

第6図の防護装置について述べる。

第7図は、レートジャイロ10の出力信号の波形で、(a)35は、レートジャイロを防護装置を用いないで走行ロボットの車体21に直かに取り付け、自走ロボットを動作させない時の信号で、(b)36は、レートジャイロ10を車体21に直かに取り付け自走ロボットの角速度変化の影響をなくするため車体21を停め、走行用駆動モータ5、16を動作させた時の出力信号である。又(c)37は、第6図の防護装置を装着し、上記(a)と同じ動作させたときの出力信号である。

第7図において振動は平均値で、振動は電圧である。第7図のレートジャイロの信号出力をみると、(a)35が0.10V<sub>p-p</sub>、(b)36が1.15V<sub>p-p</sub>、(c)37が0.18V<sub>p-p</sub>であった。したがって第15図の防護装置の効果は約16dBであり、大幅な振動防止効果を得た。

したがって上述したように、電氣的および機械的に振動を除去し、その影響をなくした。

またレートジャイロ10は、振動のみでなく外

が、この方法は一軸方向の振動の影響は軽減できるが、他の2軸方向の振動は軽減できない。

したがって3軸方向に防護効果のある装置が必要となる。第8図に本発明の防護装置の一実施例の断面図を示す。第8図の構成について、29はレートジャイロ10を設置固定する金属の箱体で、30は箱体29より各寸法がわずかに大きい金属の箱体である。内側の箱体29と外側の箱体30の周囲には隙隙を設け、緩衝材31を入れる。レートジャイロ10の電源および信号線32は、防護ゴム34を用いた支持板33を介して電源とLPF回路に接続する。

レートジャイロ10を固定した内側の箱体29の重量は大きくする。これは、 $F(力) = m(質量) \times a(加速度)$ の式で、 $a$ を振動の加速度とすると力 $F$ が一定の時質量 $m$ を大きくした方が振動の加速度 $a$ は小さくなるためである。

また緩衝材31の代わりにバネで3軸方向から支持する構造も同じでその時はバネ定数を小さくした方が振動軽減効果は大きい。

気温の影響も受ける。レートジャイロ10のひとつである振動形のレートジャイロの温度特性を第9図に示した。第9図で横軸は温度で、縦軸は角速度である。特性曲線38は、時計方向にレートジャイロ10を回転させた場合で、特性曲線39は反時計方向に180°回転させた場合で、回転角度とレートジャイロ10による角速度の差を示している。レートジャイロ10は、温度20℃で回転角が10°になるように調整している。

第9図の特性をみると、温度による影響がかなり大きいことが判る。したがってレートジャイロ10は、温度特性が一定である装置内に設置する必要がある。

第9図にレートジャイロ10を恒温室内に設置した一実施例の構成図を示した。第9図に示した防護装置も恒温室内に入れる。第9図において、40は恒温器で、41は仕切板である。仕切板41の上部に冷却部と加熱部を設ける。42は加熱部でヒータなどで構成する。43は冷却部で、ベルチコ効果を利用した熱電素子などを用いる。

## 特開昭62-12810(4)

仕切板41は室内の空気を循環し、室温を安定させるためファン44を設ける。また仕切板41に、ファン44の直対称の位置に空気孔45を設け、室内の空気が循環するようにした。恒温室内には、サーモスタなどの温度センサ46を設け、室温を計測する。47は冷却駆動装置で48は加熱駆動装置である。49はファン駆動装置で50は温度計測装置で、51はマイクロコンピュータなどで構成された中央制御装置で第1図の中央制御装置と兼ねても別の装置でもよい。

第1図において冷却部47は、熱電素子を用いた場合を示した。熱電素子を使用するメリットは、恒温室内で動作すると、圧縮機などを有していないため騒動減音を発生しない点である。

また熱電素子を使用しないで、室内に冷却器を設け、室外に放熱器と圧縮機を設け、冷媒を循環することにより室内を冷却する装置も可能はない。

次にこの恒温装置の動作について述べる。レートジャイロ10は、第8図の温度特性から判る

ようにある温度例えば20℃で調整し、周囲温度を20℃に保持しておれば計測誤差は小さくなる。したがって調整した温度を予めマイクロコンピュータ51に記憶しておき、表露の電源を投入した時先ず恒温室内の温度を温度センサ46で計測し、A/D変換を行ないマイクロコンピュータ51に温度データを読み込み、そして調整温度と比較して、その調整温度を越えていたら冷却駆動装置47を動作させ、越えていなければ加熱駆動装置48を動作させる。また冷却および加熱駆動装置を動作させる時は、ファン駆動装置も動作させ、ファン44を回転させる。

恒温室内の温度変化率は、調整温度を20℃とした時±1℃以内であれば、レートジャイロ10には影響しないことが判った。

またレートジャイロ10のデータの読み込みは、恒温室内の温度が安定してからすなわち調整温度±1℃以内に達した時から開始する。

第9図は、防振装置を恒温室内に設置したものであるが、第10図および第11図に示したよう

に第8図の設置台51を耐震材として使用し、レートジャイロ10を取り付けた内箱体29の内部を恒温室とする。

第10図は、レートジャイロ10を取り付けた金属の内箱体内部に加熱素子42と温度センサ46を設け、内箱体上部に熱電素子43を設ける。加熱素子42は1/4 Wの抵抗などでよい。熱電素子42は熱電素子を用い、内箱体内に放熱面を、外部が放熱部となるように設定する。また加熱素子42は、箱体内の下部に設置し、自然対流により熱が移動するようにする。

レートジャイロ10を取り付けた内箱体29は、金属例えばアルミニウムで構成しているため熱伝導が良い。したがって内箱体29に加熱素子および冷却素子を設け、恒温室を確保したのが第11図である。第11図において、冷却素子43は、内箱体29の上部の内部に放熱面を密着させ、加熱素子42は内箱体29の下部の外部を抵抗層で巻いた。温度センサ46は、金属の内箱体29の底面に密着させ温度を計測する。

第10図および第11図のように設置材29を耐震材として用いると、保護効果が優れているため設定温度の変化率が小さくなる。又第8図の構造と比較して全体重量が小さくできる。

また第10図および第11図の温度制御は前述した通りである。

上記したような恒温装置にレートジャイロ10を設定することにより、外気の影響を除きし、精度良く方位角を計測することができた。

〔発明の効果〕

以上、述べたように本発明の位置・方位角計測装置を用いると、外部の騒動減音および外気流の影響を除きし、自走ロボットなどの自己位置・方位角を精度良く計測することができる。

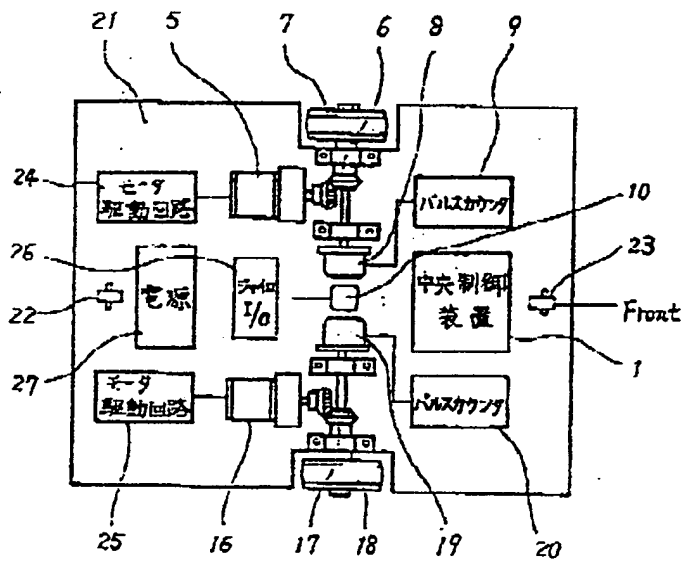
## 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例の示すロボットシステムのブロック図、第2図は自走ロボットの構成図、第3図は自走ロボットの位置および方位角を求める原理図、第4図はLPP回路図、第5図はLPP回路の周波数特性図、第6図は

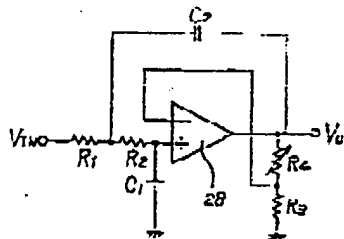


特開62-12810(6)

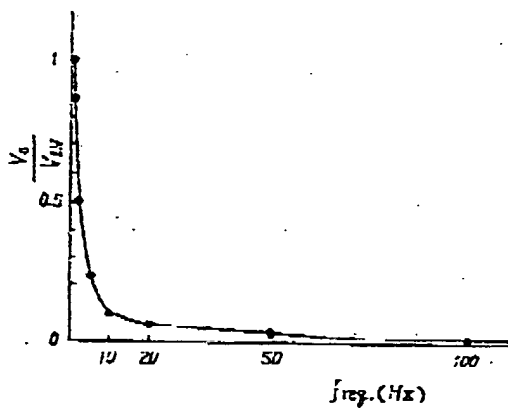
第 2 図



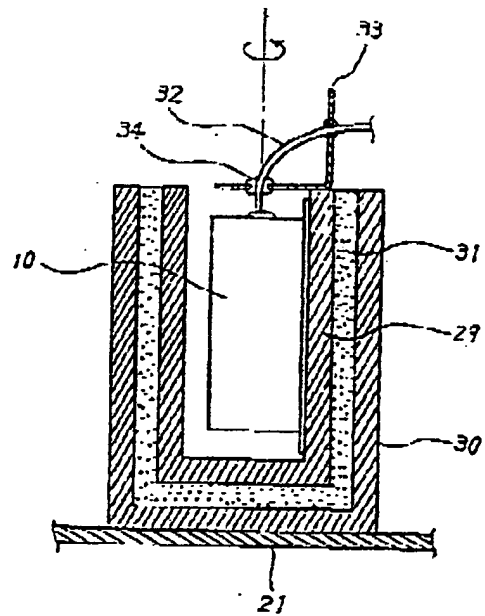
第 4 図



第 5 図

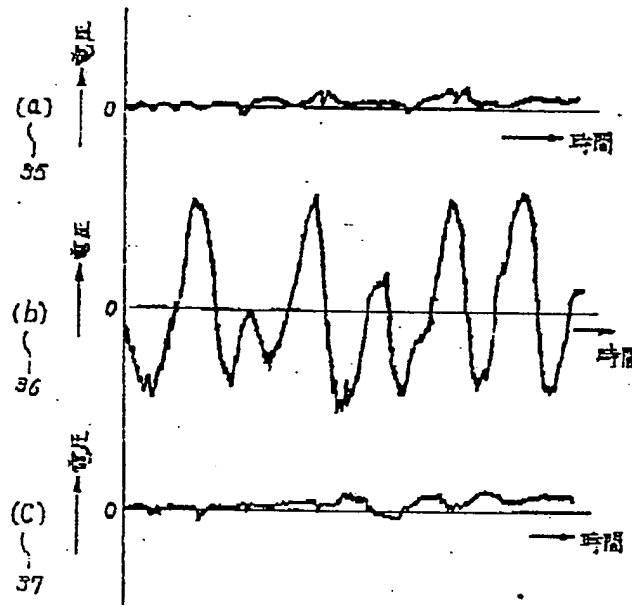


第 6 図

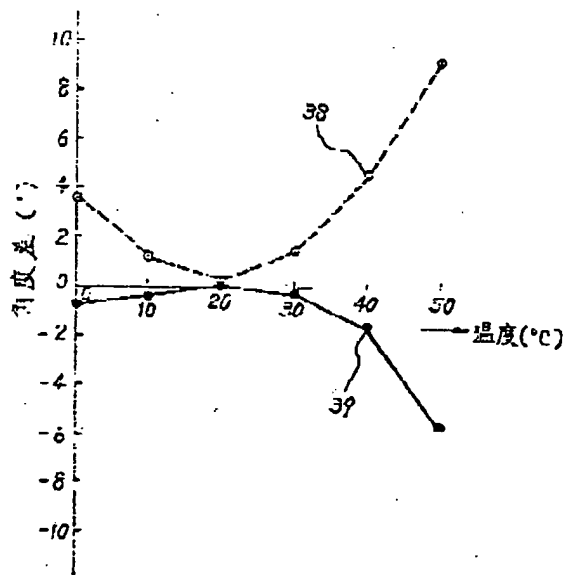


特開昭62-12819(7)

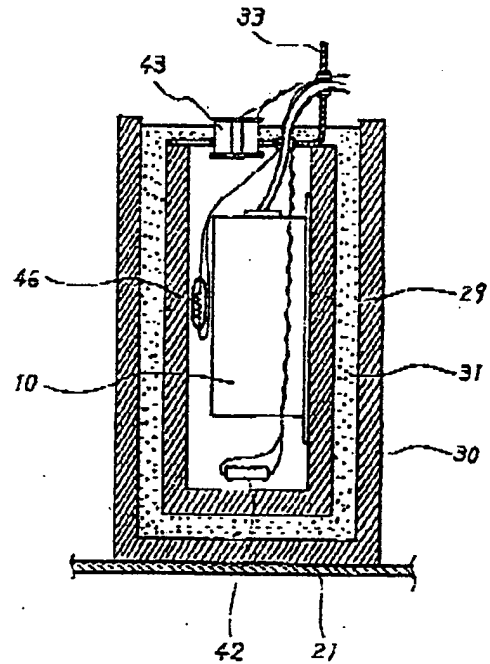
第 7 図



第 8 図



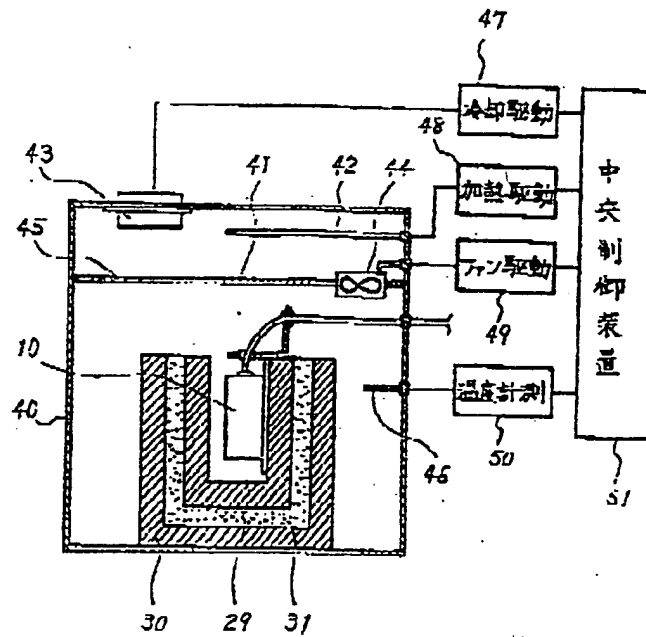
第 10 図





特開昭62-12810(8)

第 9 図



第 11 図

